



Cartographie, statistiques & systèmes d'information géographique (SIG)

Mise à niveau L3 Géographie et aménagement
Christina Aschan-Leygonie (christina.aschan@univ-lyon2.fr)

Organisation de la semaine

5 jours de formation intensive du lundi 31/08 au vendredi 04/09 :

Lundi	9h-17h
Mardi	9h-12h
Mercredi	9h-17h - travail en autonomie à partir de 14h30
Jeudi	10h-17h
Vendredi	9h-14h30

Alternance entre cours magistrale (CM) et travaux pratiques (TP) supervisés ou en autonomie

Pour vous : 7 semaines de cours après cette semaine jusqu'aux vacances de la Toussaint (après quoi vous commencerez le cours de statistiques, cartographie et SIG – niveau 4)

-> pour réviser refaire un TP par semaine + qqs vidéos proposés en parallèle

Objectifs

Comprendre l'utilité des SIG pour répondre à des problématiques de territoires

Utiliser des outils de cartographie et de SIG pour créer, analyser, traiter et représenter graphiquement l'information géographique

Cartographie thématique

- Connaître les modes de représentations associées à chaque type de variable statistique

- Maîtriser les règles de sémiologie graphique : expression cartographique et communication par la carte

- Savoir concevoir une carte en respectant la sémiologie graphique

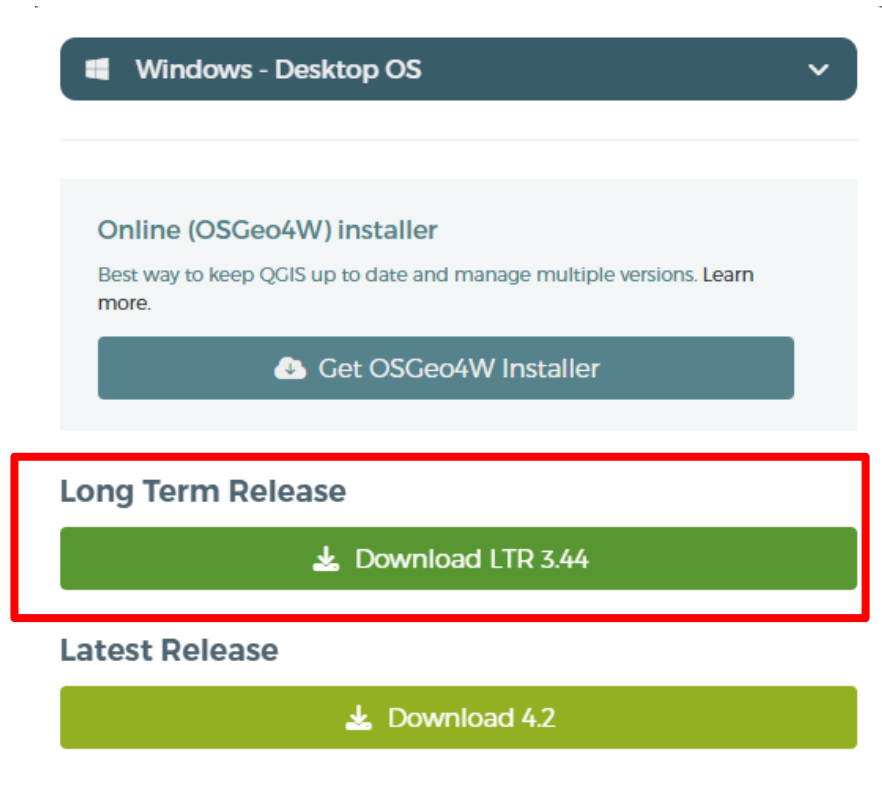
- Savoir réaliser des cartes utilisant un logiciel SIG

Prendre en main un logiciel SIG (libre) : QGIS 3.44

Acquérir le vocabulaire spécialisé associé à la cartographie et aux SIG

Le logiciel SIG

A faire : Installation de **QGIS 3.44** sur ordinateur personnel (pour Windows ou Mac) à partir du site de QGIS : <https://www.qgis.org/download>



Salles informatiques libre accès

PdA : salles P021 et F006

BdR : salles PAL 121 et 122 (Sous-sol Palais Hirsch à côté de la cafet'U)

Plan de la semaine

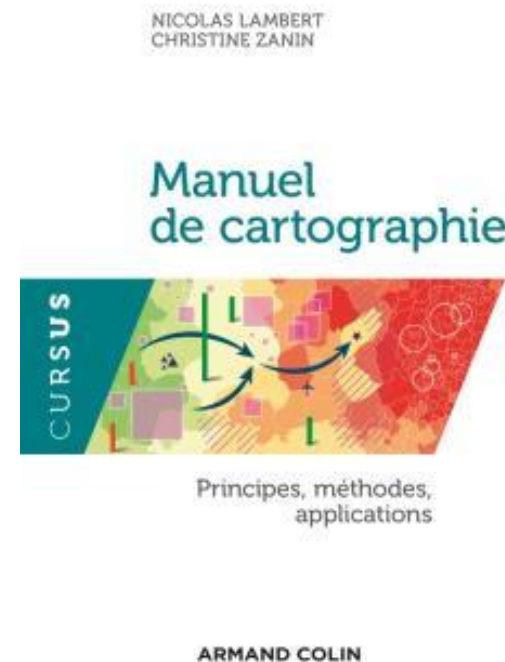
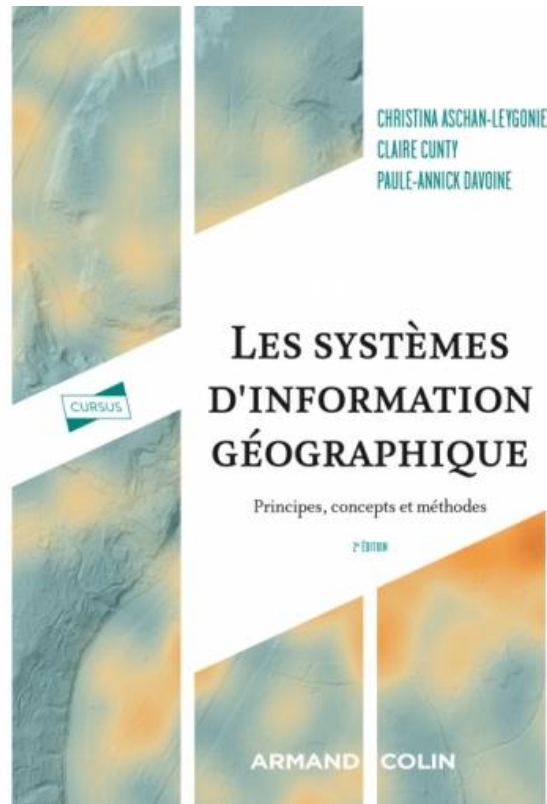
1. Introduction aux SIG – (1 TD associé)
2. Types de champs attributaires
3. Sélections attributaires (1 TD associé)
4. Jointures (1 TD associé)
5. Cartographie : variables statistiques, sémiologie graphique, et discrétisation et mise en page (3 TD associés)
6. Géotraitements (1 TD associé)

Ressources

Ouvrages de référence : disponibles également [en ligne](#) via la bibliothèque électronique en ligne de l'université Lyon 2

ASCHAN-LEYGONIE C., CUNTY C., DAVOINE P-A. 2023. *Les systèmes d'information géographique - Principes, concepts et méthodes*, Paris : A. Colin., coll. Coursus, 2^e édition, 288p.

Lambert, N. et Zanin, C. 2025. *Manuel de cartographie Principes, méthodes, applications*. Paris : A. Colin., coll. Coursus, 2^e édition, 257 p.



Ressources

Revue

Cartes et Géomatique : www.lecfc.fr/index.php?page=publication

M@ppemonde : journals.openedition.org/mappemonde et mappemonde.mgm.fr pour les archives

Cours en ligne

ENSG : cours-fad-public.ensg.eu

CNRS : tutoqgis.cnrs.fr/index.php

Ministère ATTE : geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/qgis-supports-pedagogiques-r947.html

Université de Lausanne : coursera.org/learn/intro-sig-1 et coursera.org/learn/sig-2

Glossaires de la géomatique, des SIG et du géoweb

Master Géonum : www.univ-st-etienne.fr/wikimastersig/doku.php/accueil

Portails de géomatique (emploi, ressources, forums...)

GeoRezo : georezo.net

Afigéo : www.afigeo.asso.fr

Plan : Introduction aux SIG

Introduction : utilisation des SIG

1. Types de données utilisées et organisation en couches d'information
2. La représentation numérique de l'information géographique
3. Formats informatiques les plus utilisées en SIG
4. Où trouver les données à utiliser en SIG ?
5. Quels types d'analyses avec un SIG ? (à voir en autonomie)

Conclusion



La géomatique et les SIG

Géomatique : une « discipline » qui regroupe l'ensemble des pratiques, méthodes, outils et technologies qui permettent de collecter, analyser et représenter l'information géographique

La **géomatique** fait appel aux

- sciences, aux technologies de mesure de la terre
- outils, méthodes et technologies de l'information permettant
 - l'acquisition de données géographiques (ex. la télédétection)*
 - le traitement des données*
 - la représentation cartographique*
 - la mise en forme des données et résultats pour la diffusion*

Les SIG (Systèmes d'information géographique) sont au cœur de la géomatique

Qu'est-ce qu'un SIG ? Définition plurielle

Un type particulier de **base de données** permettant de gérer des objets associant des données descriptives à une entité localisée

Un **outil** de stockage et de gestion d'information géographique

Une **application informatique** permettant, à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, d'analyser et de combiner, de présenter l'information géographique

Une **approche** intégrant un **ensemble** technologique (logiciel), informatif (données géographiques) et méthodologique pour répondre à des problématiques géographiques

L'information géographique / les données géographiques

L'information géographique est centrale dans les SIG :

C'est une information concernant des objets ou phénomènes (naturelles, humaines, économiques...) que l'on peut situer sur un plan, une carte => une information localisée dans l'espace géographique

Les données géographiques : les données formalisées et utilisables dans un SIG

= données **spatiales** = données **localisées** = données **géolocalisées**

Toute donnée qui se réfère à une localisation, via des coordonnées géographiques (long/lat), un nom de lieu ou une adresse

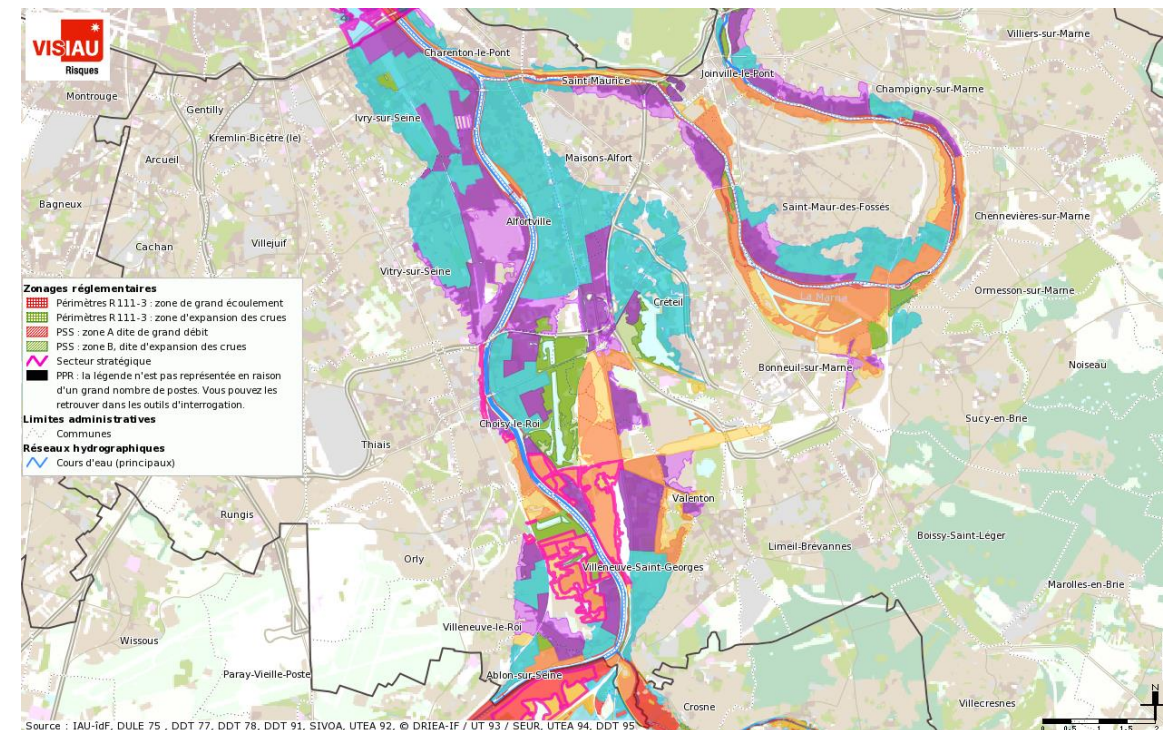
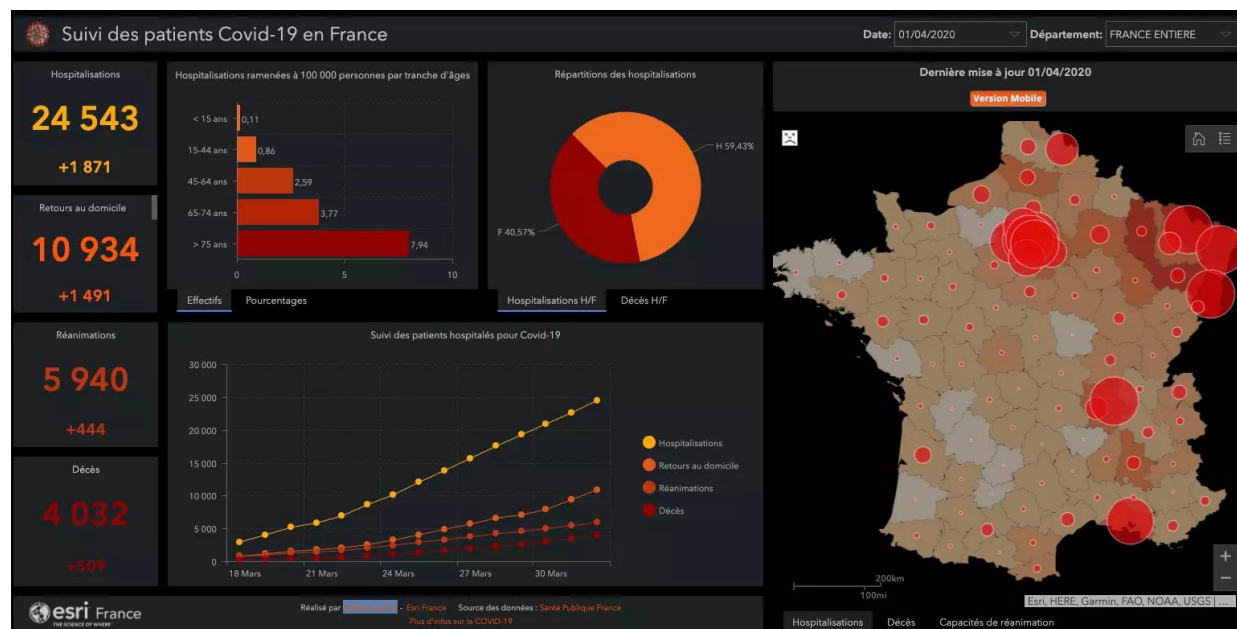
Exemples ?

Quand a-t-on besoin de SIG ?

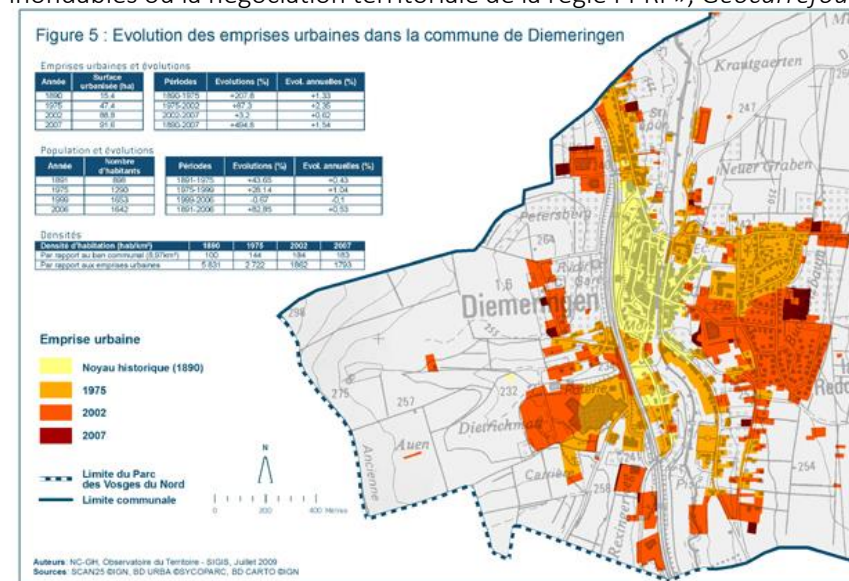
Quand la localisation d'objets, de processus ou de phénomènes est nécessaire à la résolution d'un problème ou à l'exercice d'une action

Exemples de domaines :

- aménagement et urbanisme
- développement local
- environnement
- infrastructures de transport
- géomarketing
- santé
- risques naturels et technologiques
- archéologie
- ...



Source : Elodie Moulin, José-Frédéric Deroubaix et Gilles Hubert, « La constructibilité des zones inondables ou la négociation territoriale de la règle PPRI », *Géocarrefour* [En ligne], vol. 88/3 | 2013



Source : https://sig2010.esrifrance.fr/sig_diagnostic_territorial.aspx

1. Types de données utilisés et organisation dans un SIG

Dans la plupart des travaux SIG, on manipule et combine des informations géographiques de 3 types différents

- Données graphiques
- Images, plans, photos
- textes et chiffres (tableaux statistiques)

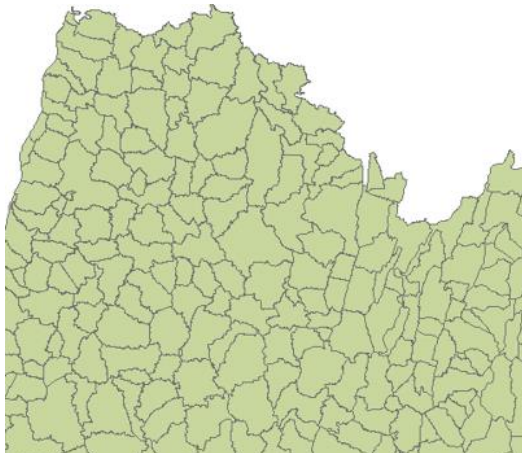
Ce sont les données géographiques (données spatiales)

= toute donnée qui se réfère à une localisation, via des **coordonnées** géographiques (long/lat), un nom de lieu ou une adresse...

Recensements agricoles de 1988, 2000 et 2010
Champ : ensemble des exploitations (hors parcelles collectives)
Les données sont localisées au siège de l'exploitation.

recensement agricole 2010

Code géographique	Libellé de commune	Département	Exploitations agricoles ayant leur siège dans la commune			Travail dans les exploitations agricoles en unité de travail annuel			Superficie agricole utilisée en hectare		
			2010	2000	1988	2010	2000	1988	2010	2000	1988
01001	L'Abergement-Clementiat	Aut	10	16	32	13	15	42	837	698	9
01002	L'Abergement-de-Varey	Aut	5	6	3	4	5	1	181	9	1
01004	Ambérieux-en-Bugey	Aut	5	13	31	2	12	29	77	198	2
01005	Ambérieux-en-Dombes	Aut	15	29	44	16	24	54	749	1150	14
01006	Ambérieux	Aut	1	5	5	2	4	0	60	174	1
01007	Ambreay	Aut	18	33	55	29	39	63	1782	1891	10
01008	Ambutry	Aut	1	2	7	2	2	3	96	99	1
01009	Andert-et-Cordon	Aut	9	13	10	8	13	10	194	176	1
01010	Angletot	Aut	10	18	29	13	25	29	367	459	1
01011	Apremont	Aut	4	7	14	5	10	18	564	542	5
01012	Aranc	Aut	5	16	28	4	17	28	389	353	6
01013	Arandas	Aut	6	8	16	16	19	28	686	740	0
01014	Arbent	Aut	0	10	10	0	3	11	0	33	1
01015	Arbignieu	Aut	5	14	27	4	7	10	180	263	3
01016	Arbigny	Aut	4	11	22	9	15	29	728	665	1
01017	Argis	Aut	2	2	5	3	2	5	120	101	1
01019	Arrox	Aut	1	1	5	1	1	5	95	107	1
01021	Ars-sur-Formans	Aut	5	7	11	6	8	22	358	411	4
01022	Asterans	Aut	2	4	7	1	5	8	5	107	1
01023	Asnières-sur-Saône	Aut	3	4	6	7	7	10	683	520	1
01024	Attignat	Aut	22	35	73	20	25	38	567	812	12
01025	Bâgé-la-Ville	Aut	64	72	102	18	14	20	3419	3094	29
01026	Bâgé-le-Châtel	Aut	0	2	2	0	1	4	0	7	0
01027	Balan	Aut	6	8	13	10	14	22	862	793	6
01028	Barrens	Aut	9	22	30	8	14	28	411	484	0
01029	Beaumont	Aut	16	27	41	24	30	58	1092	1077	10
01030	Beauregard	Aut	0	1	4	0	0	0	0	0	0
01031	Bellegard	Aut	0	1	1	0	0	0	0	0	0
01032	Béligneux	Aut	8	6	11	nd	5	nd	203	203	2
01033	Bellegarde-sur-Valserine	Aut	8	16	20	16	11	15	430	350	6
01034	Belley	Aut	15	38	62	22	50	79	877	1044	11



Organisation des données en couches thématiques

Les données géographiques

- sont produites à partir de la mesure, ou de l'observation dans le monde « réel »
- puis représentées sous forme numérique (voir partie2)
- organisées en couches

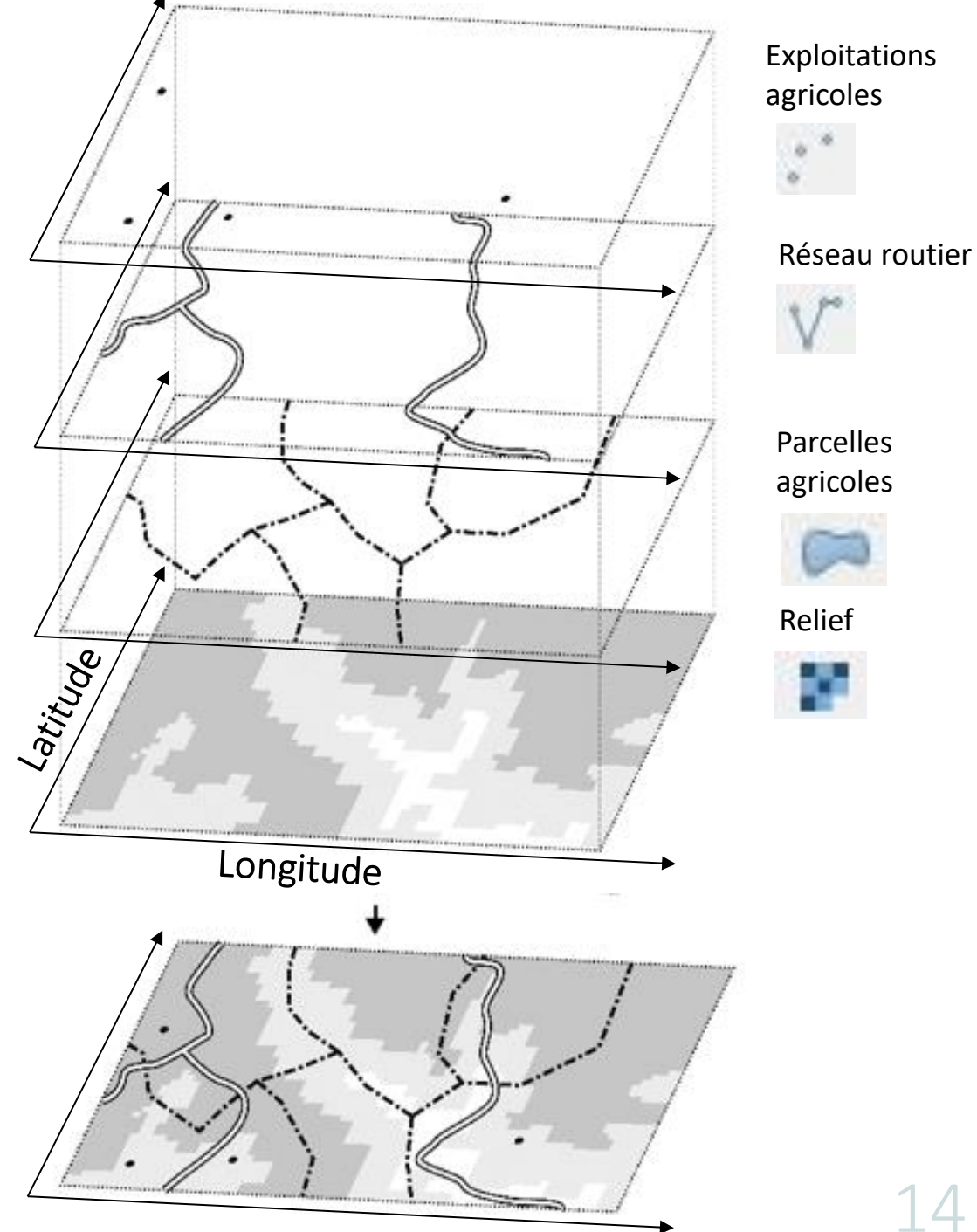
Chaque couche correspond à :

- une **thématique** (routes, bâtiments, cours d'eau, limites de communes, entreprises, relief, température...)
- des objet de **même géométrie** (point, ligne, surface // cellules (pixels))
- chaque couche est **géolocalisée** dans un **système de coordonnées de référence (SCR)**

Un SCR très utilisé en France métropolitaine :

RGF93/Lambert93 (EPSG : 2154)

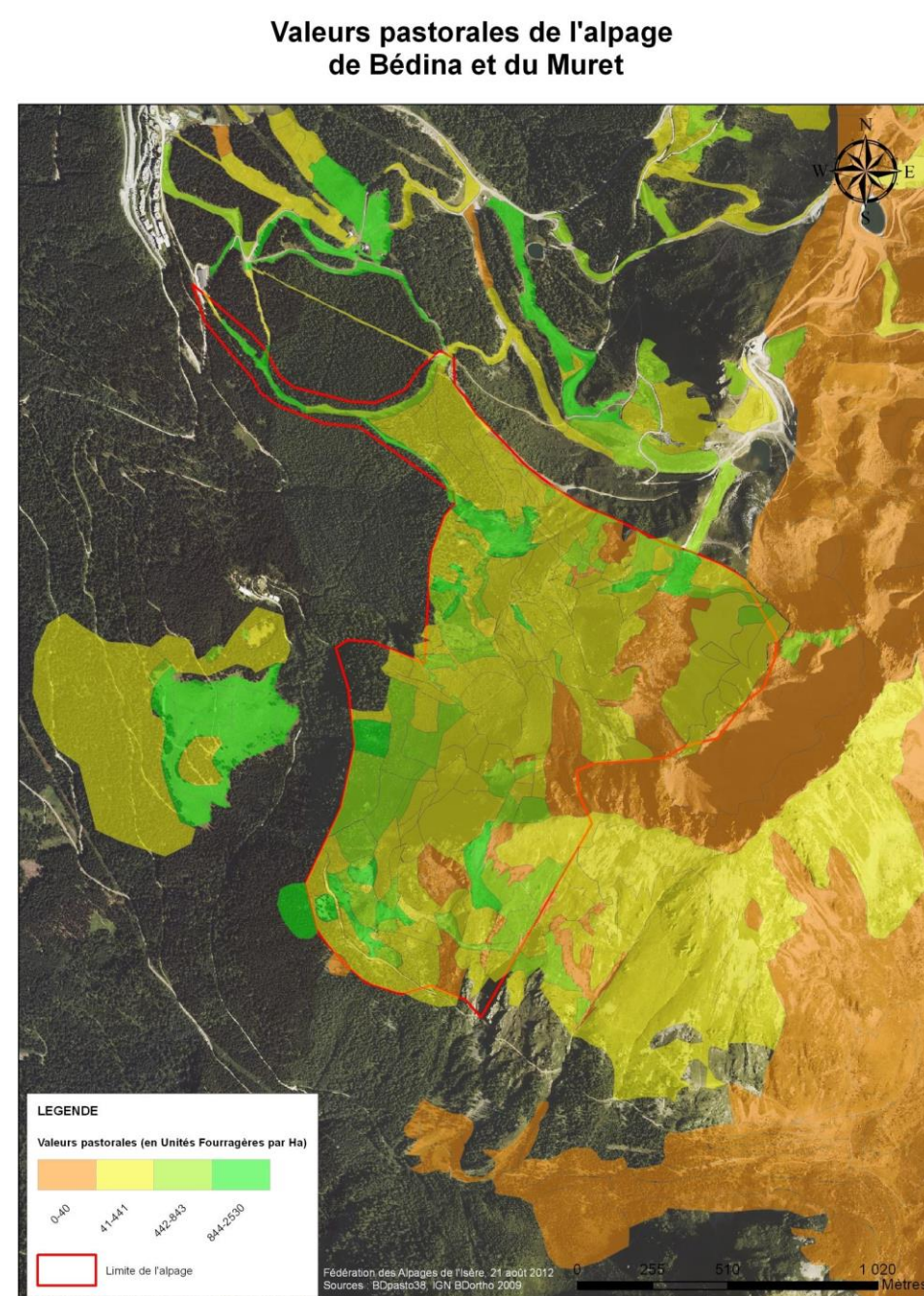
Les couches sont superposées **grâce à la géolocalisation!**



Exemple de superposition de couches dans un SIG

Couche avec les valeurs pastorales des secteurs de l'alpage de Bédina et du Muret (Exprimée en Unités Fourragères par Ha)

Superposée à une photo aérienne (orthophoto)



Sources : BDpastro38, IGN Ortho2009 ;

Réalisation : Emilie Suran et Pierre-Julien Cournil, Juillet 2012

2. La représentation numérique de l'information géographique

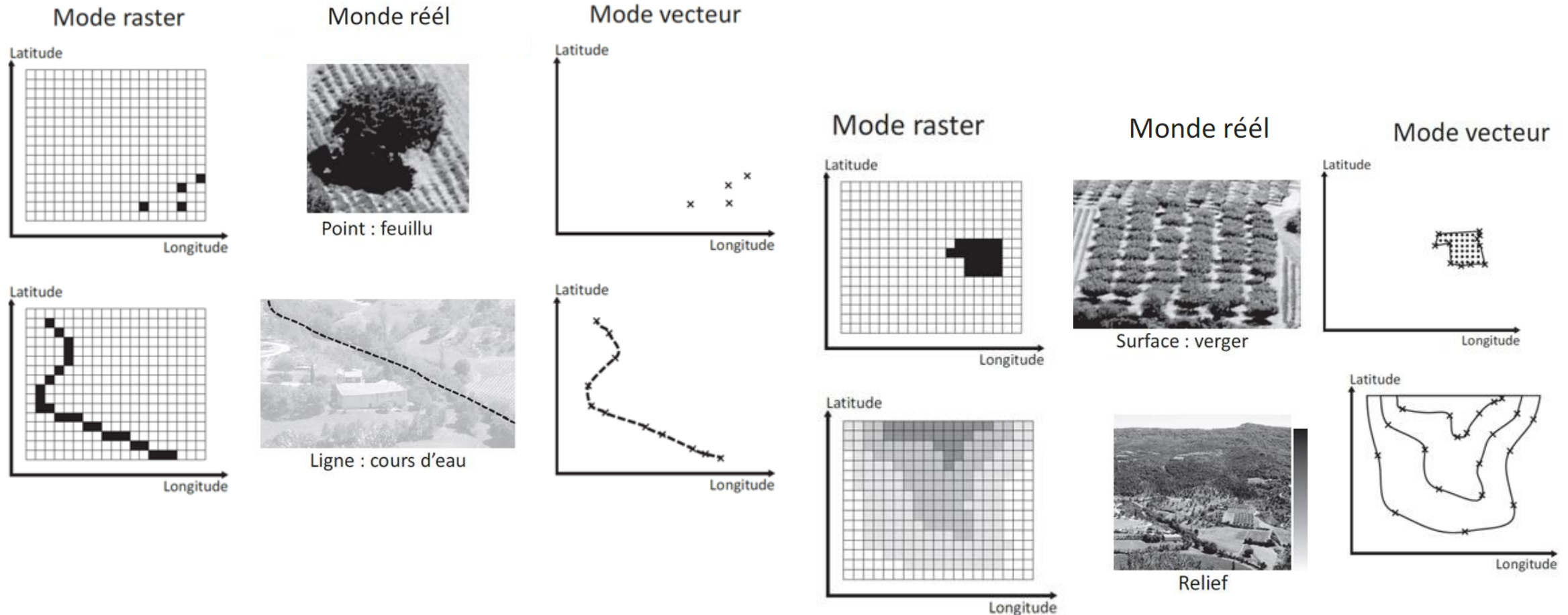
Deux modes de représentations numériques : raster et vecteur

Mode raster : le monde réel est représenté par une « image » composée de pixels (cellules) :

Chaque pixel a une valeur correspondant à un objet, une caractéristique, un processus...

Mode vecteur : le monde réel est représenté par des **objets individualisés**

Chaque objet est décrit par un point, une ligne ou un polygone

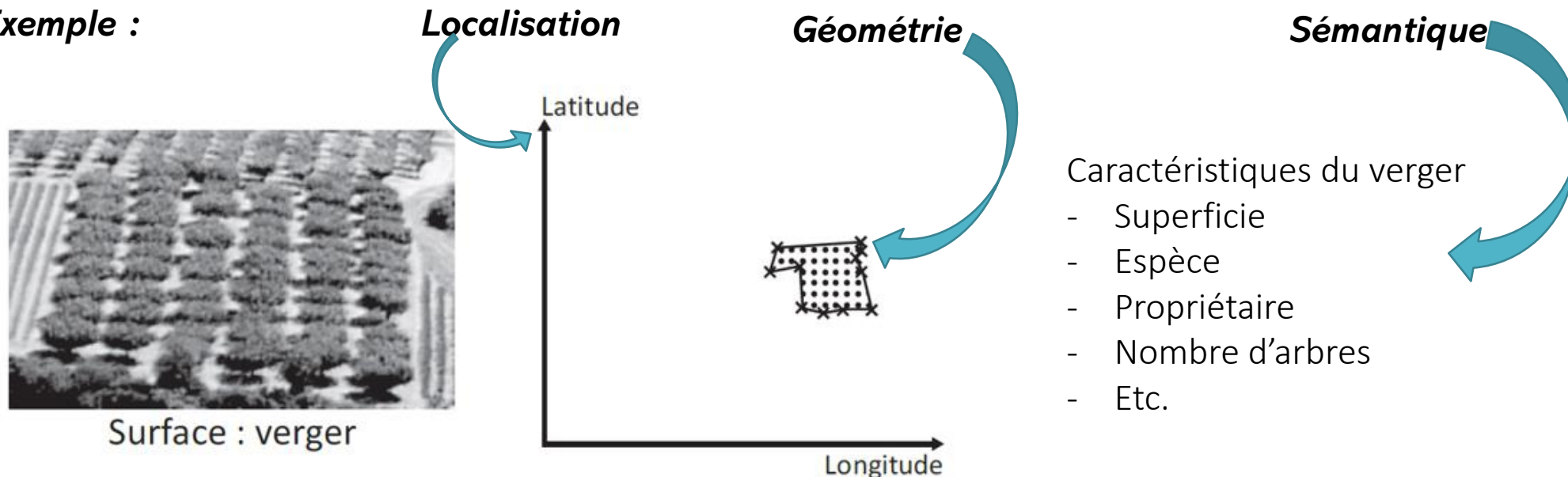


La représentation numérique de l'information géographique

Quelle que soit la façon de représenter les données sous format numérique (vecteur ou raster) - les données sont dotées de **trois composantes** :

- **géométrique**, qui précise la forme et l'extension du phénomène modélisé
- **de localisation**, qui est traduite par des coordonnées X et Y et renseigne sur la position exacte à la surface de la Terre du phénomène modélisé
- **sémantique (ou thématique)**, qui décrit la nature et/ou les caractéristiques du phénomène (dans un tableau statistique)

Exemple :



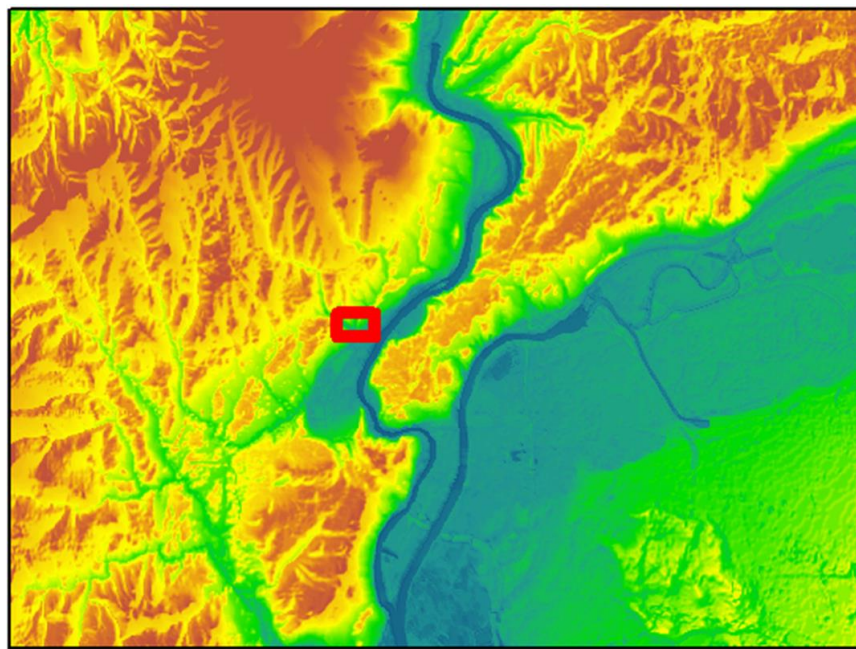
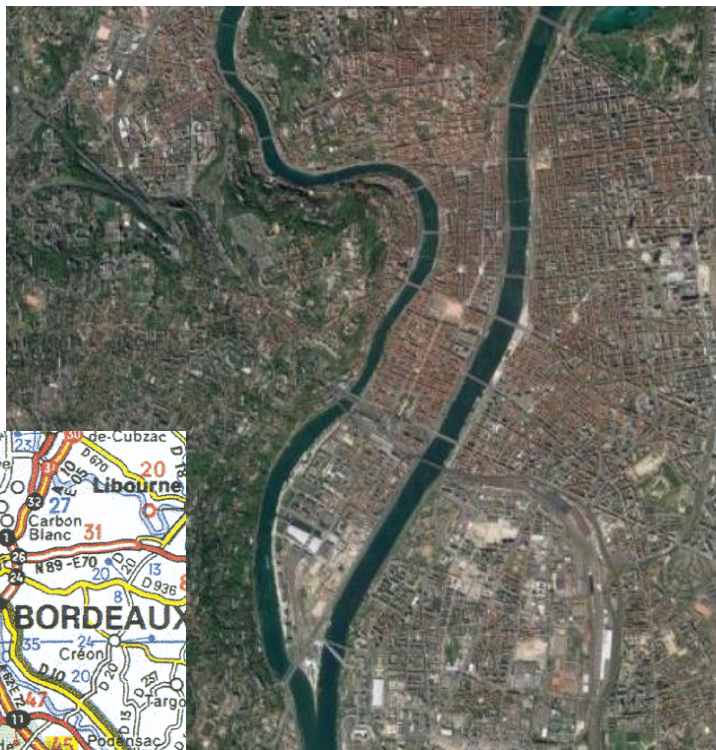
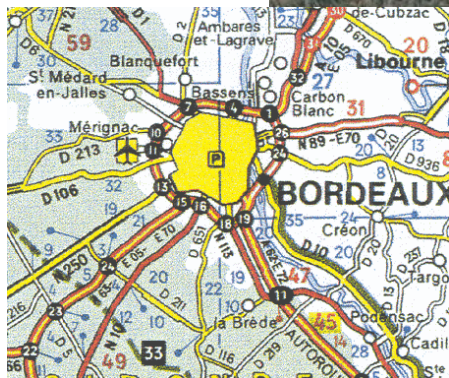
Mode raster

Exemples de données en mode raster
(terme image souvent utilisé)

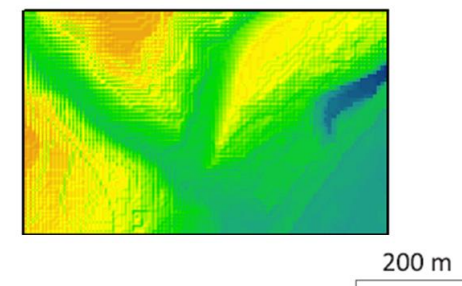
Modèles numériques de terrains (MNT)

Images satellites / photos aériennes

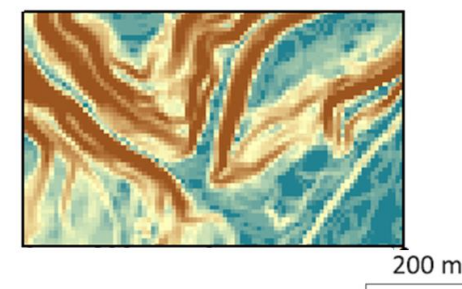
Image scannée (ex carte topographique)



Un modèle numérique
de terrain (MNT)



Altitude en mètres
Élevée : 623
Faible : 149

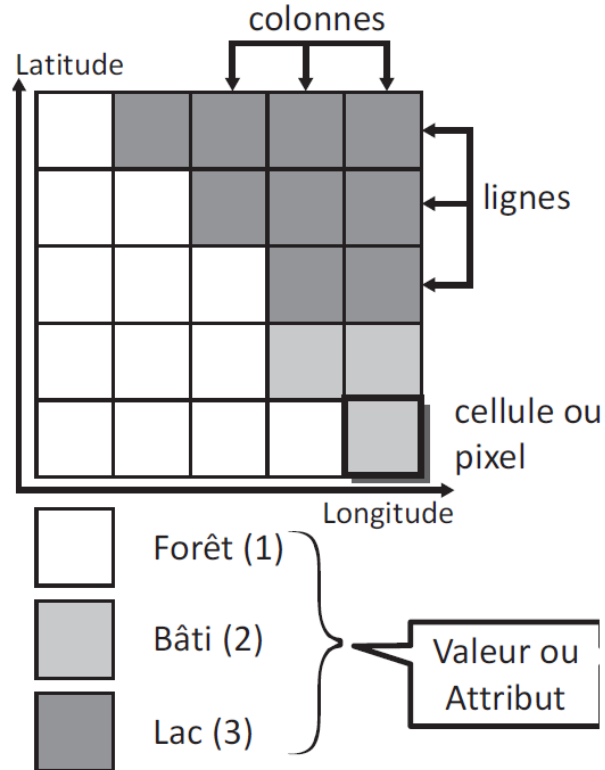


Pente en degrés
Élevée : 76
Faible : 0

Source :
BD ALTI®, IGN

Mode raster : composante sémantique (thématique)

b. Grille raster (catégories d'occupation du sol)



Attribut : valeur
alphanumérique associée
à chaque cellule de la grille

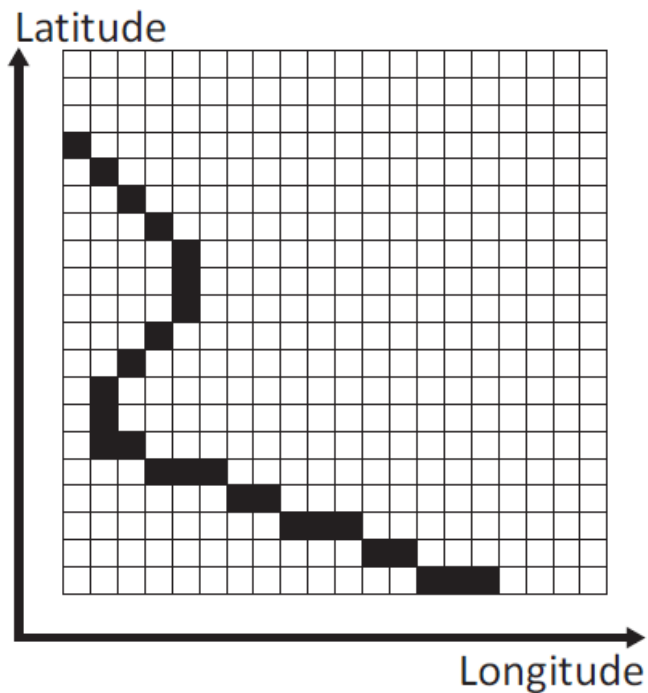
1	3	3	3	3
1	1	3	3	3
1	1	1	3	3
1	1	1	2	2
1	1	1	1	2

Composante localisation via les coordonnées XY de « l'image »

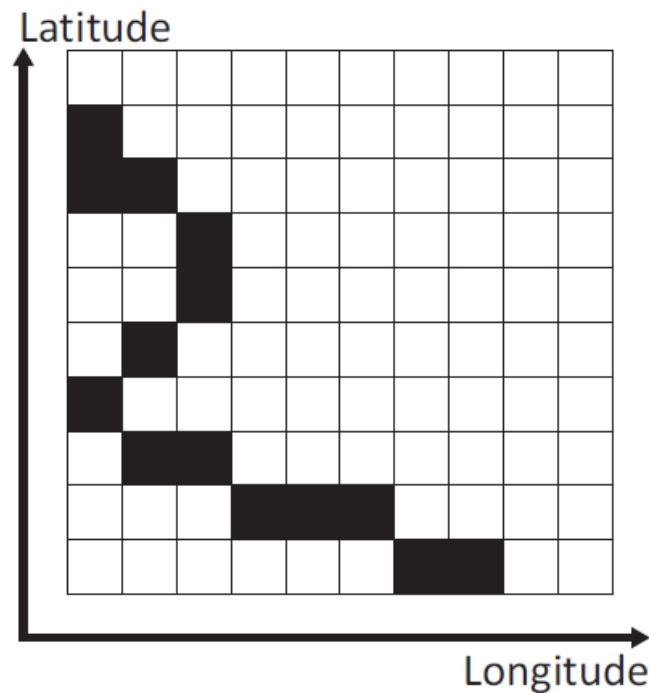
Composante géométrique : cellules qui sont toutes de même taille

Mode raster : la résolution de l'image

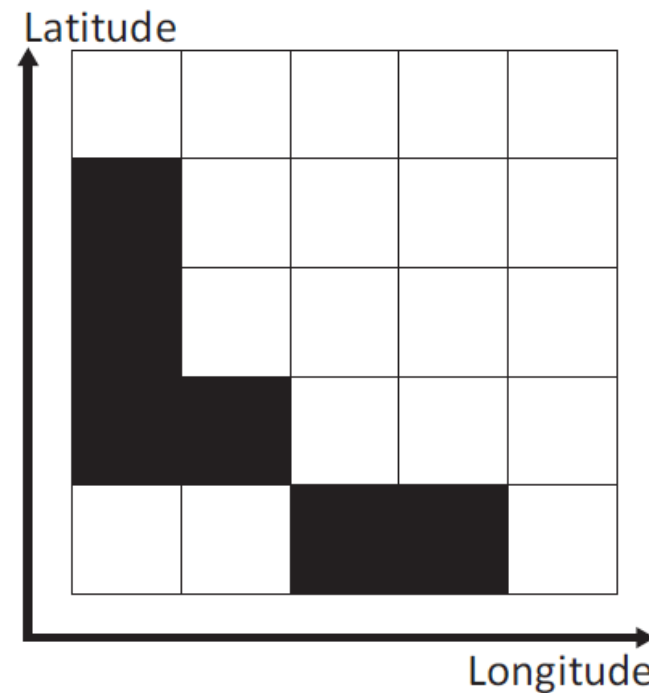
1 cellule = 1m x 1m = 1m²



1 cellule = 2m x 2m = 4m²



1 cellule = 4m x 4m = 16m²



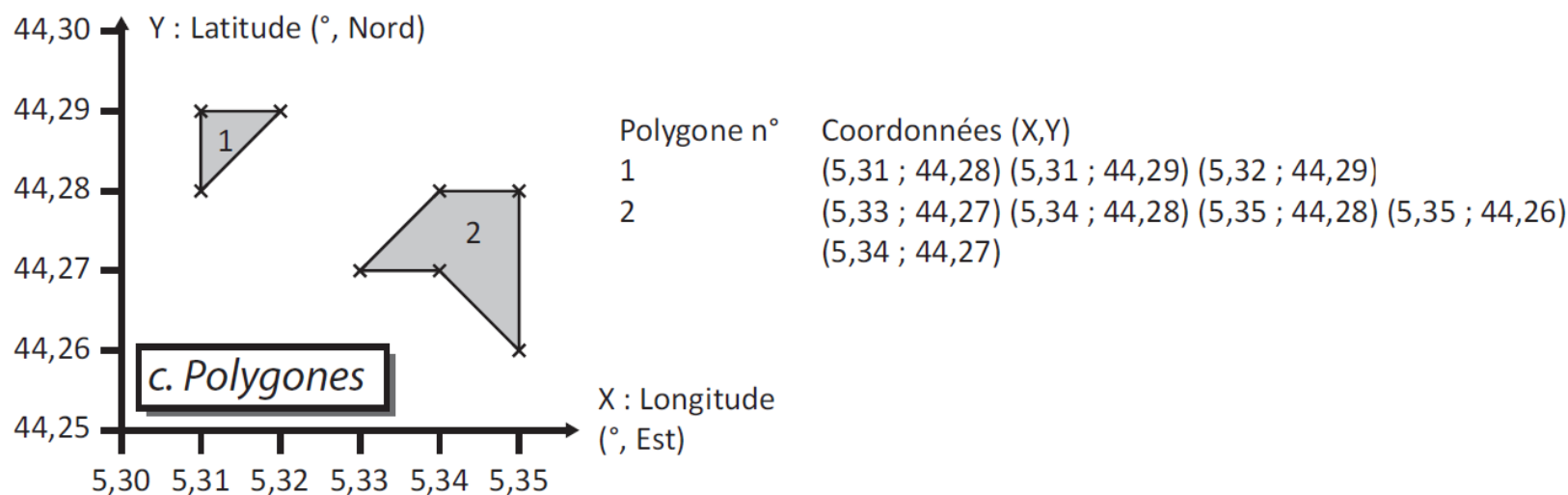
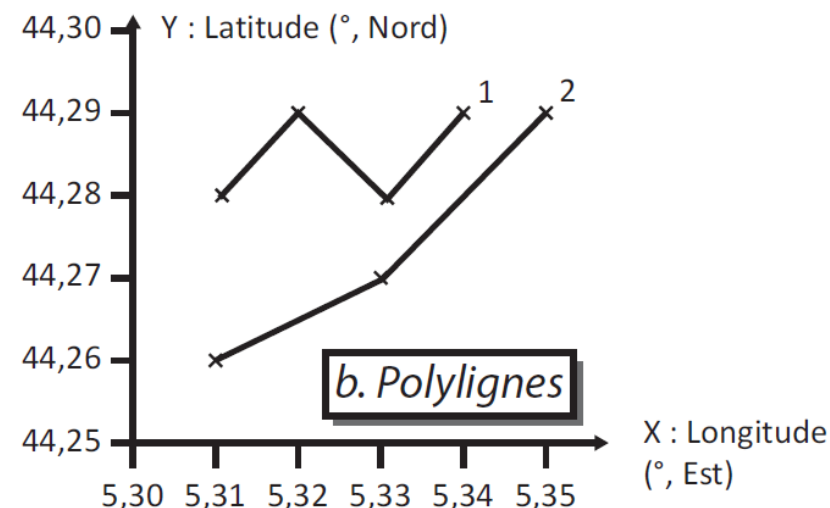
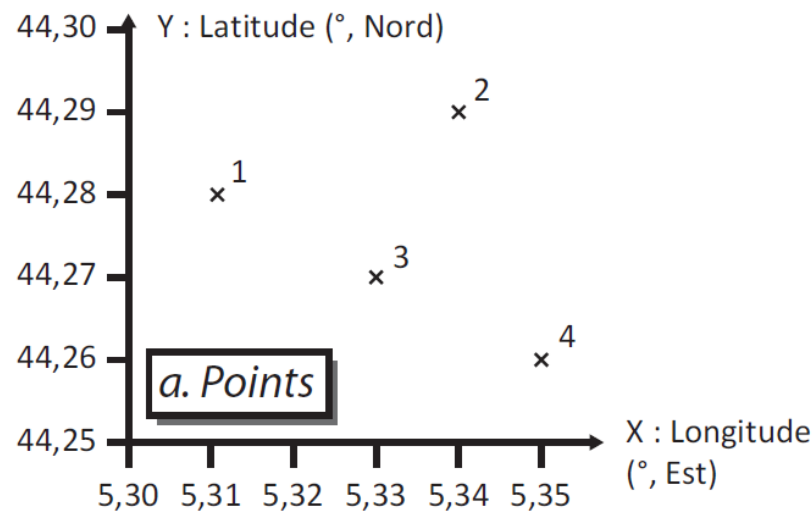
Haute résolution —————> Basse résolution
 Poids du fichier (en octets) élevé —————> Poids faible

Mode vecteur

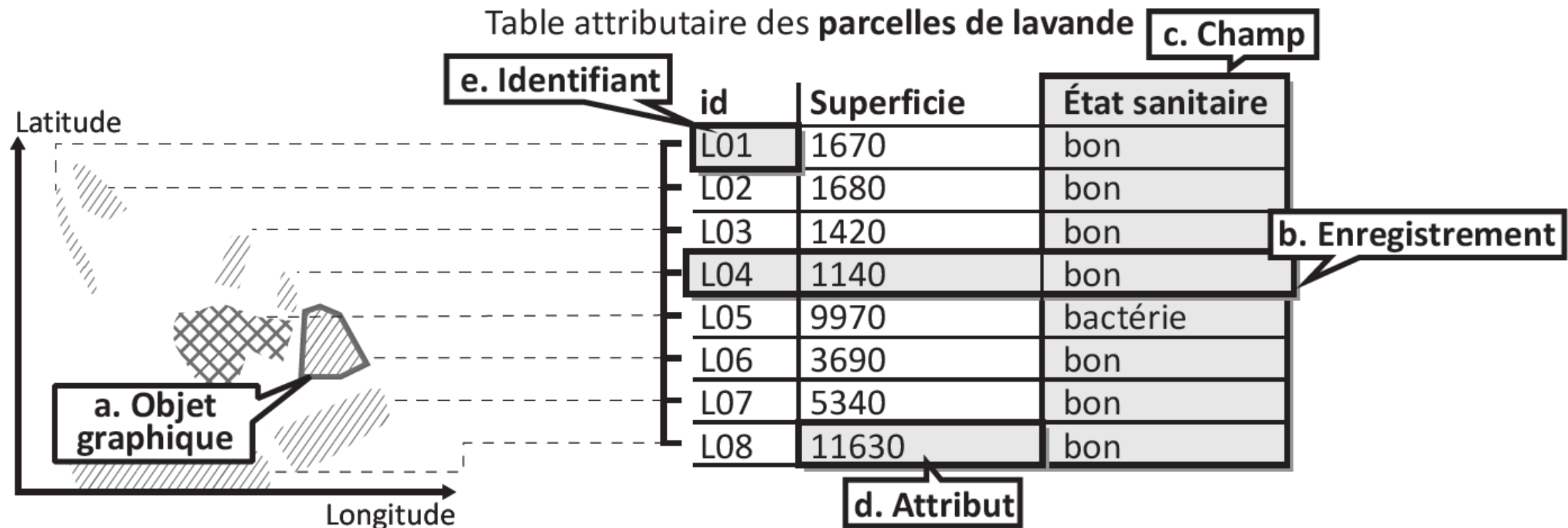
Trois types de représentations géométriques

- point
- ligne
- polygone

Localisation via les coordonnées X,Y



La composante sémantique en mode vecteur – un tableau statistique associé = table attributaire



----- Lien entre objet graphique et enregistrement dans la table attributaire.
À chaque objet graphique correspond un enregistrement dans la table attributaire.

Entité = un objet graphique + un enregistrement

3. Les formats informatiques les plus utilisés en SIG

Formats vecteur - exemples

shapefile (=shape, fichier forme) : Esri – ArcGIS

mif/mid : Mapinfo

GeoJSON /JSON : format ouvert

KML : format ouvert

Formats raster - exemples

ASCII

TIFF

GeoTiff

Formats de stockage « compact » incluant plusieurs fichiers raster / vecteurs

GeoPackage : format ouvert

Geodatabase : Esri – ArcGIS

Des services Web donnent accès à des données

WMS (Web Map Service) => données en mode raster

WFS (Web Feature Service) => données en mode vecteur

Localisations des établissements scolaires - France métropolitaine - Format JSON

Ce lien donne accès au fichier .json qui contient plusieurs informations sur la couche, notamment: features: la liste détaillée de chaque élément de la couche totalFeatures: le...

json 1 Disponible

TÉLÉCHARGER

Localisations des établissements scolaires - France métropolitaine - Format KML

kml 0 Non disponible (peut-être temporaire)

TÉLÉCHARGER

Localisations des établissements scolaires - France métropolitaine - Format SHAPE

shapefile 0 Disponible

TÉLÉCHARGER

Source : <https://www.data.gouv.fr/>

Name	Year	Type	Format	Version	Size
Corine Land Cover - 100 meter	2018	Raster	100m GeoTiff	v2020_20u1	125.0 MB
Corine Land Cover - ESRI FGDB	2018	Vector	ESRI Geodatabase	v2020_20u1	5.0 GB
Corine Land Cover - GeoPackage	2018	Vector	SQLite Database	v2020_20u1	3.5 GB

Source <https://land.copernicus.eu>

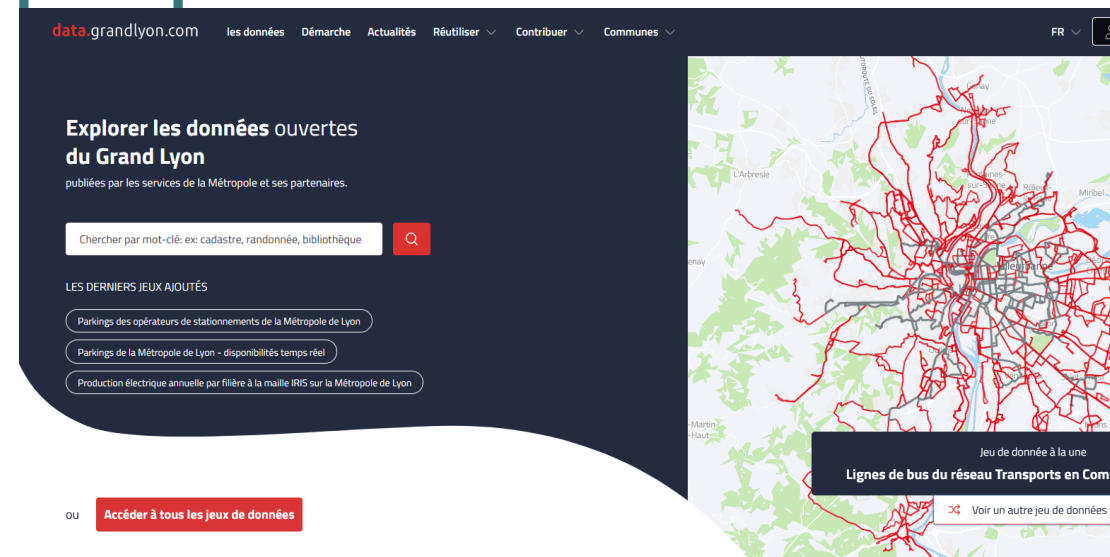
4. Où trouver les données géographiques?

1. Chez les grands producteurs de données

Organismes dont la vocation est de produire/diffuser des données

Organismes qui produisent des données pour leur utilisation propre - diffusion parfois restreinte mais qui évolue...

Ex. Les collectivités territoriales



⇒ Avec la directive européenne **INSPIRE** (2007) obligation des organismes publics de diffuser les données géographiques

⇒ Parallèlement développement de l'Opendata

Data.GrandLyon <https://data.grandlyon.com/>

Data.Gouv : <https://www.data.gouv.fr/fr/> qui regroupe de nombreuses bases de données produites par les organismes d'état et les collectivités)

Géoservices IGN



Jeux de données géographiques - exemples



IGN – Délimitations administratives ou statistiques

- AdminExpress : délimitation de l'ensemble des unités administratives
- IRIS (en collaboration avec INSEE) – découpage infra-communal

IGN - Le référentiel à grande échelle (RGE)

- BD Ortho : Photographie aérienne couleur orthorectifiée, résolution 50 cm
- BD Topo : réseaux de transport, hydrographie, lignes et limites diverses, bâtiments, végétation, altimétrie (en 3D)...
- BD Parcellaire : données parcellaires issues du cadastre, géoréférencées et assemblées (raster ou vecteur)
- BD Adresse : description des noms de voies et localisation des adresses postales

Jeux de données géographiques - exemples

Données sur les services et équipements

Base permanente des équipements (BPE, INSEE)

Données environnementaux

Corine Land Cover (CLC): Occupation du sol, Europe

Inventaire forestier national

Zonages de la protection de la nature : INPN

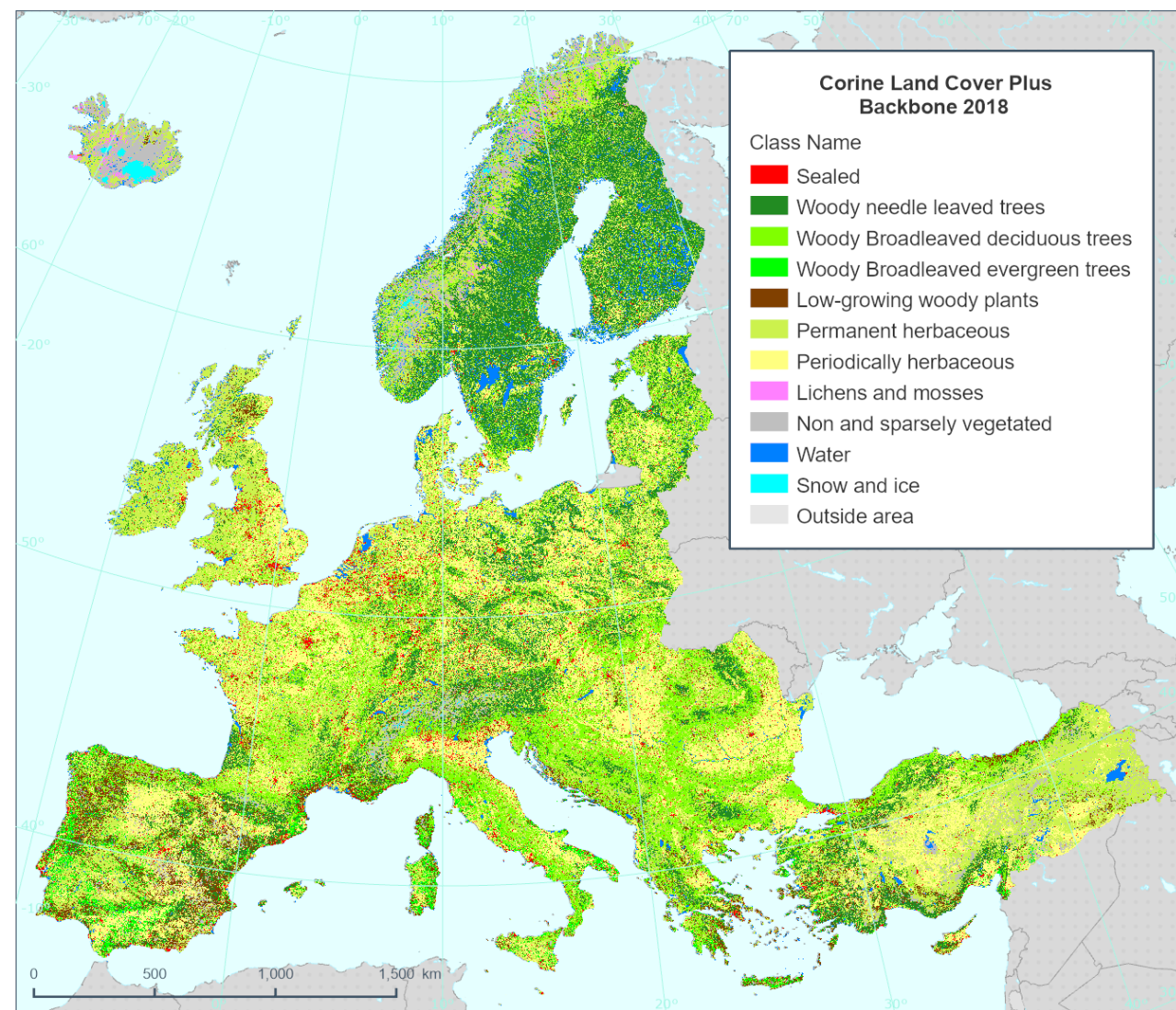
Sites et sols pollués : Basol (BRGM)

Des données statistiques

INSEE : statistiques locales - toutes les thématiques au niveau local (communes/iris)

AGRESTE : la statistique agricole

Eurostat : données statistiques européennes

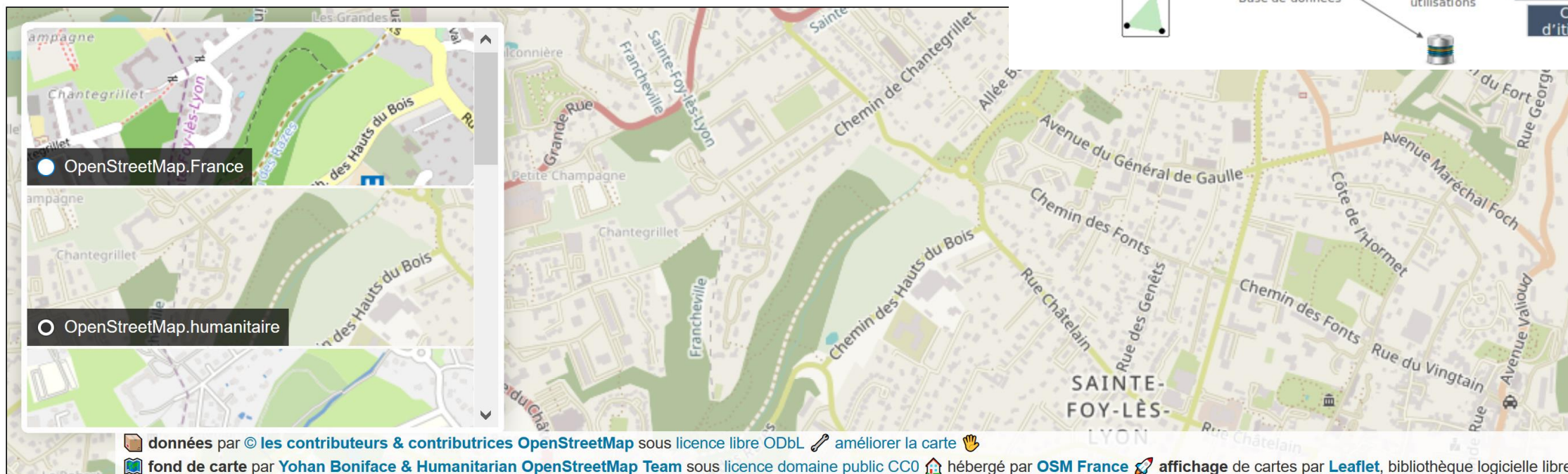
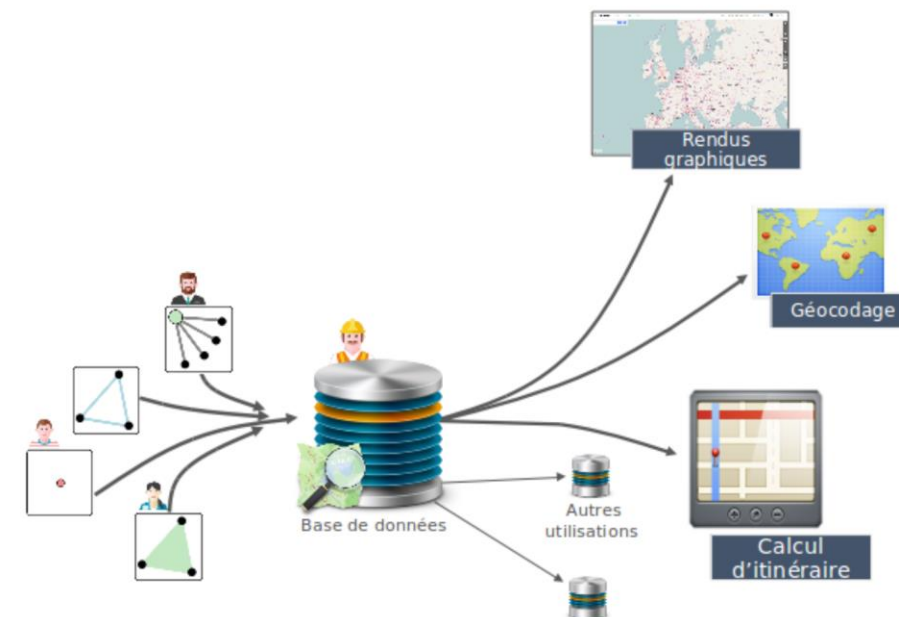


Où trouver les données géographiques ?

2. Données produites de façon collaborative

OpenStreetMap (OSM)

*un projet collaboratif et ouvert du Monde
données ouvertes / gratuites
des millions de contributeurs y participent*



L'information géographique à produire soi-même

Digitalisation à partir d'une carte, plan

Traitement et analyse d'images satellitaires

Interprétation d'images (photos aériennes, images satellites, cartes, plans)

Inventaires avec relevés GPS

Mesures sur le terrain

Enquêtes

...

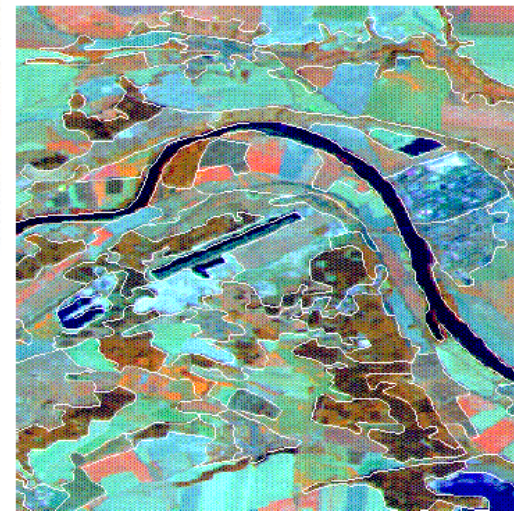
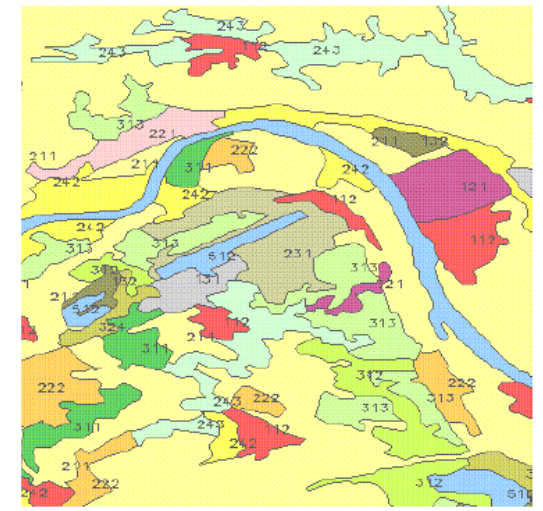


Image Landsat-TM interprétée visuellement



BDG CORINE Land Cover en format vecteur

Les métadonnées : informations qui décrivent les données

Métadonnées signifie concrètement « les données sur les données »

Les métadonnées sont **nécessaire** pour utiliser des données récupérées

La création de métadonnées est fortement conseillé lors de la création de ses propres données

Permet d'évaluer la **qualité des données**

Permet de connaître les contraintes d'utilisation



Extraits métadonnées d'Admin Express

Métadonnées de produit (https://geoservices.ign.fr/ressources_documentaires/Espace_documentaire/BASES_VECTORIELLES/ADMIN_EXPRESS/IGNF_ADMIN_EXPRESS_2-1.html)	
Identification du produit	
Titre de la ressource	ADMIN EXPRESS
Autres titres	Unités Administratives Express
Résumé de la ressource	Le produit ADMIN EXPRESS décrit l'ensemble des informations présentes dans la base de données interne de l'IGN sur le territoire métropolitain et les départements d'outre-mer à la date d'extraction des données.
Etat de la ressource	Mise à jour en continu (mensuelle)
Type de modélisation spatiale	vector
Catégorie du sujet	Délimitations
Etendue géographique (1) :	
– Rectangle englobant :	
Longitude Ouest	-5.15
Longitude Est	9.57
Latitude Sud	41.32
Latitude Nord	51.10
– Libellé	France métropolitaine
...	
Organisation responsable de la ressource :	
Nom	Institut national de l'information géographique et forestière (IGN-F)
Format de distribution des données(1)	
– Nom	Shapefile
Informations sur la qualité du produit	
Relevé généalogique de la ressource	Les données sémantiques sont cohérentes avec le COG de l'INSEE lors de sa publication annuelle et sont ensuite mises à jour en continu à partir des informations portées à connaissance de l'IGN (fusion, scission de communes, changement de nom des communes, des régions, ...). Des différences de généralisation ne permettent pas de superposer les données de la version 2.1 avec celles de la version 1.1.
Source de la ressource	
– Description	La géométrie des données sources du produit ADMIN EXPRESS est issue de la base de données unifiée de l'IGN par généralisation automatique. Les données EPCI sont issues des fichiers publiés par la Direction Générale des Collectivités Locales du Ministère de l'Intérieur complétés d'informations recueillies auprès des acteurs locaux (EPCI, préfectures, ...).
– Echelle	non renseigné
Contraintes d'accès et d'utilisation du produit	
Contraintes légales :	
– Limitation	Base de données soumise aux conditions de la licence ouverte Etalab.
– Contrainte d'accès	licence
– Contrainte d'usage	

Synthèse sur les 5 fonctions des SIG (5 'A')

Abstraction : modélisation du monde réel

Acquisition des données : importation ou saisie

Archivage, Gestion des données : stockage, consultation, recherche, extraction de données

Analyse des données : transformation, combinaison de données, analyse spatiale

Affichage, Visualisation : affichage, présentation des données, cartographie, mise en page

ON RECAPITULE :

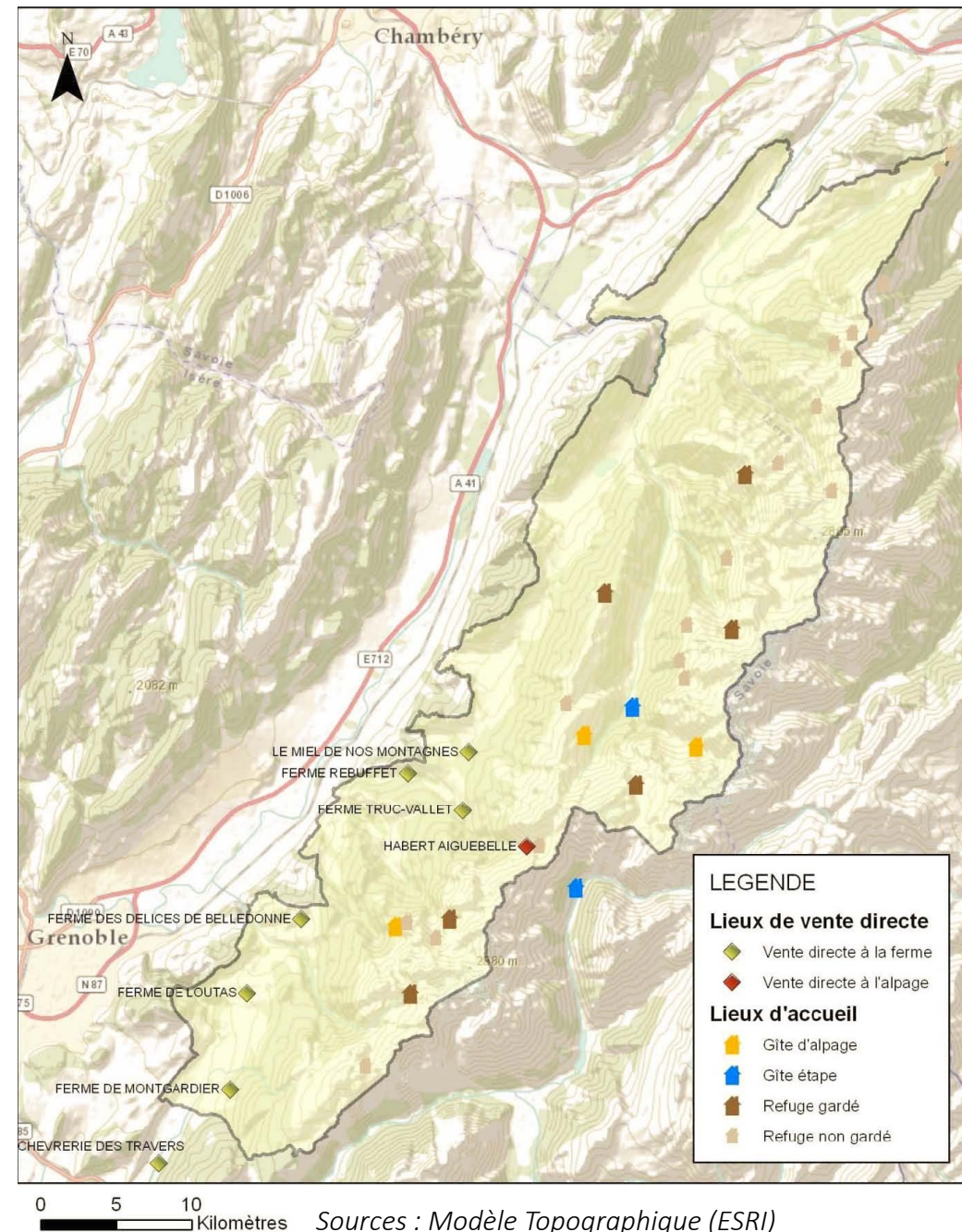
- ❑ SIG : Système d'Information Géographique
- ❑ SIG au cœur de la **géomatique** (pratiques, méthodes, outils et technologies qui permettent de collecter, analyser et représenter l'information géographique)
- ❑ SIG -> représentation du monde dans **des couches de données géographiques**
- ❑ IG = Information Géographique :
 - 3 types : données graphiques / photos, images, plan / tableaux de données (texte et chiffres)
 - 3 composantes des données vecteur et raster :
 - *géométrie* (comment ? point, ligne, polygone = vecteur / cellule, pixel = raster)
 - *localisation* (où ? Coordonnées spatiales X (latitude) et Y (longitude))
 - *sémantique* (quoi ? Nature phénomène modélisé)
 - 2 modes de de représentation numérique : **raster** (continu dans l'espace) & **vecteur** (discret dans l'espace)
- ❑ Trouver des IG : producteurs (IGN, OpenStreetMap) en Open Data (plateforme **en ligne** data.gouv) + métadonnées

Les diapositives suivantes n'ont pas été vues en CM.
Elles montrent des usages des SIG que nous vous invitons à découvrir...

Inventaire localisé

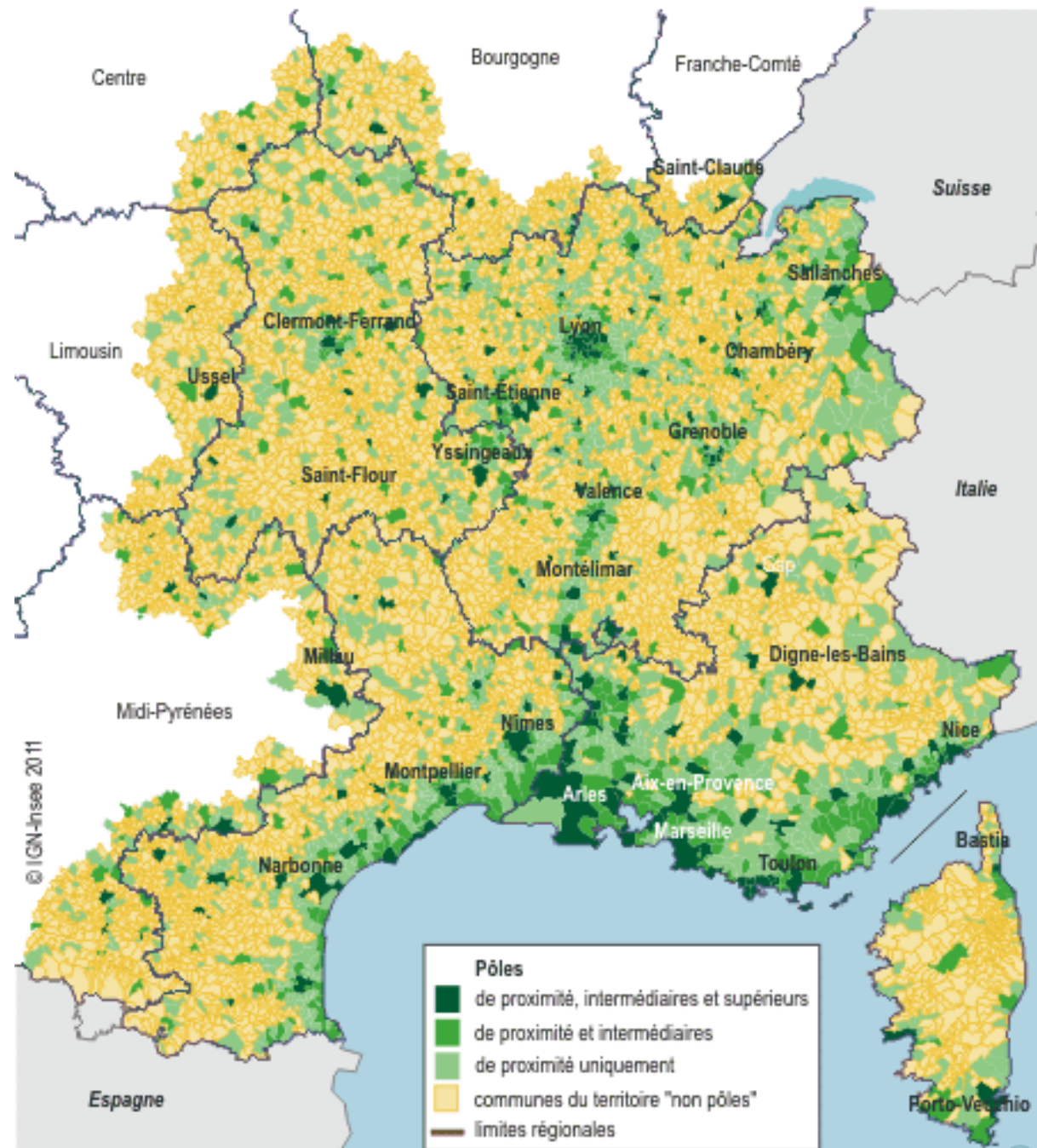
Lieux d'accueil et de vente directe sur la chaîne de Belledonne en 2012

Réalisation : E. Suran (M2ADR 2011-12) et P-Journil,



Analyse thématique

Les pôles de services dans les communes du Grand Sud-Est, en 2008



Réalisation: Insee Rhône-Alpes et Cete de Lyon

Source : Insee, BPE 2009

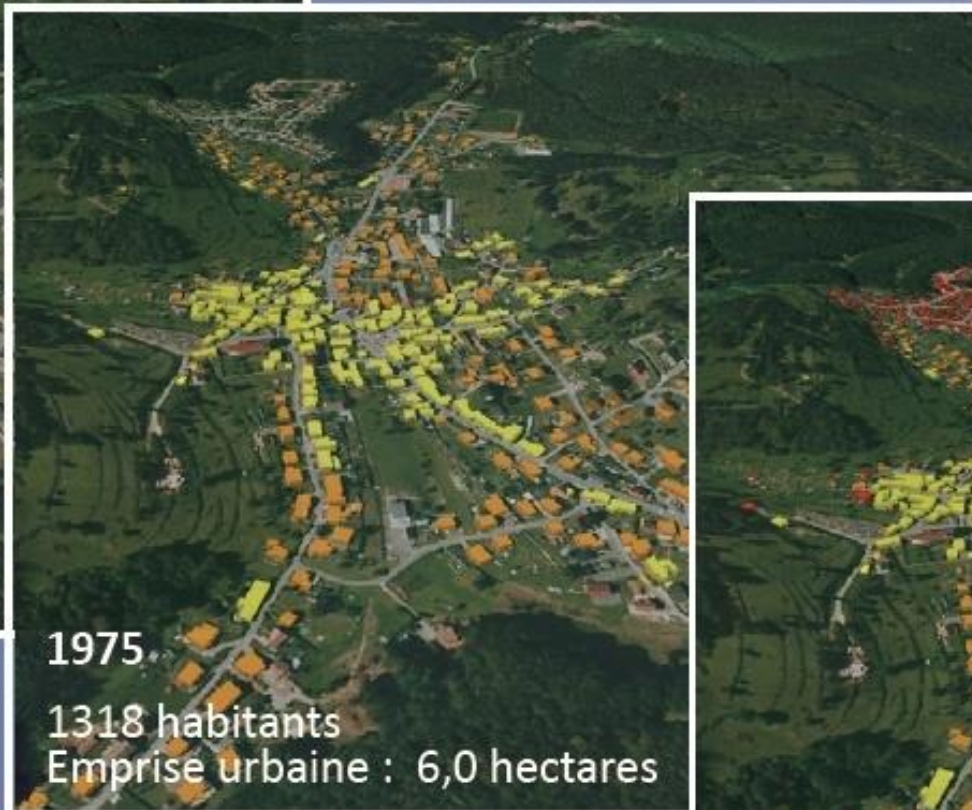
Analyse temporelle

Quel type d'analyses avec les SIG ?



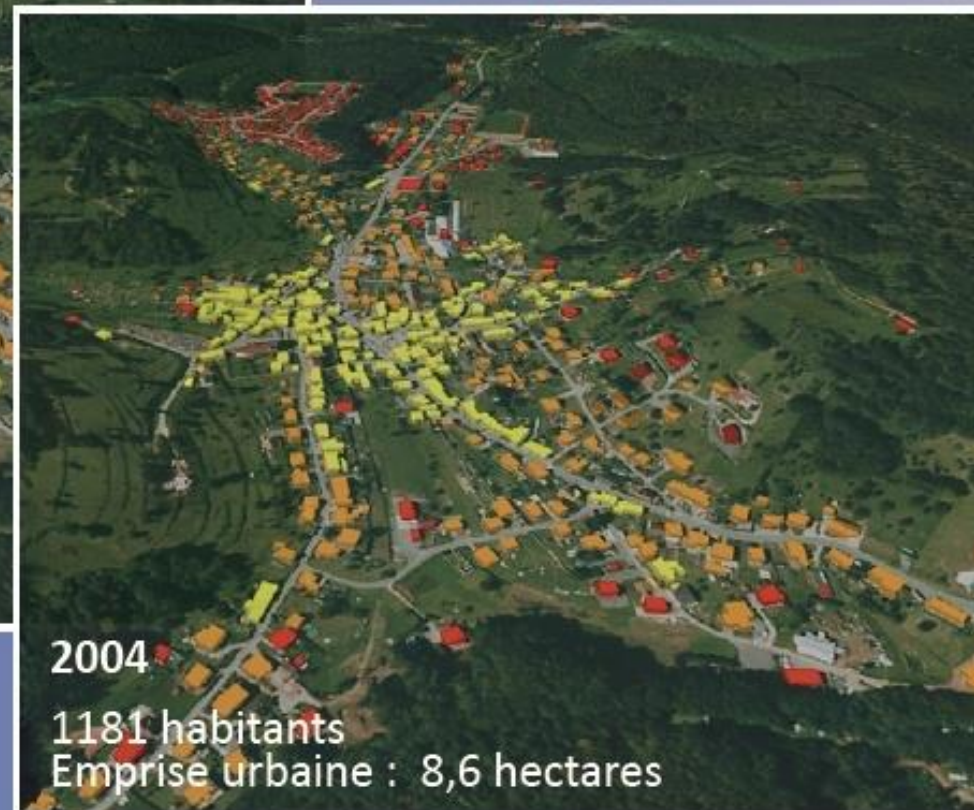
1890

943 habitants
2,3 hectares d'emprise urbaine



1975

1318 habitants
Emprise urbaine : 6,0 hectares



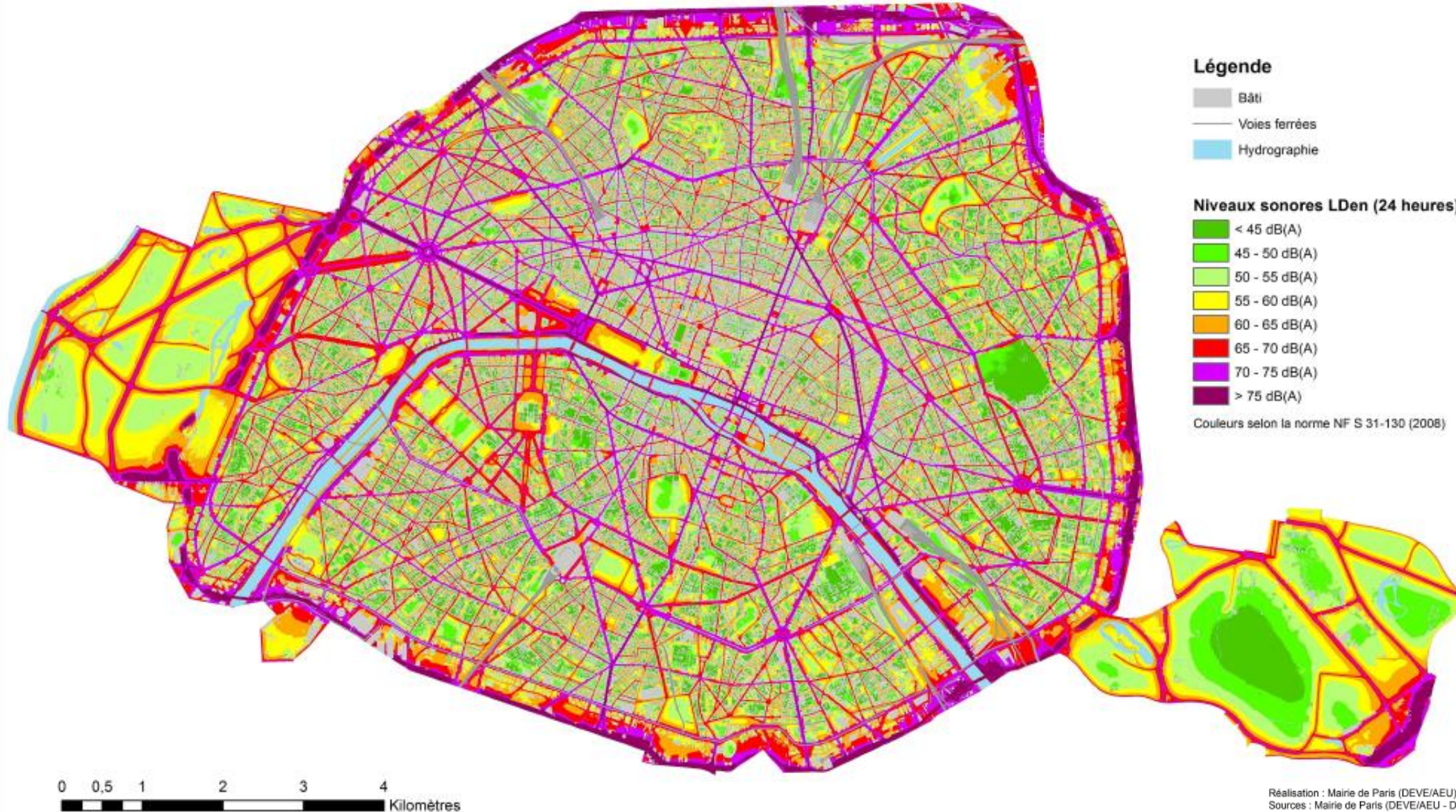
2004

1181 habitants
Emprise urbaine : 8,6 hectares

Analyse diachronique
Cartographies

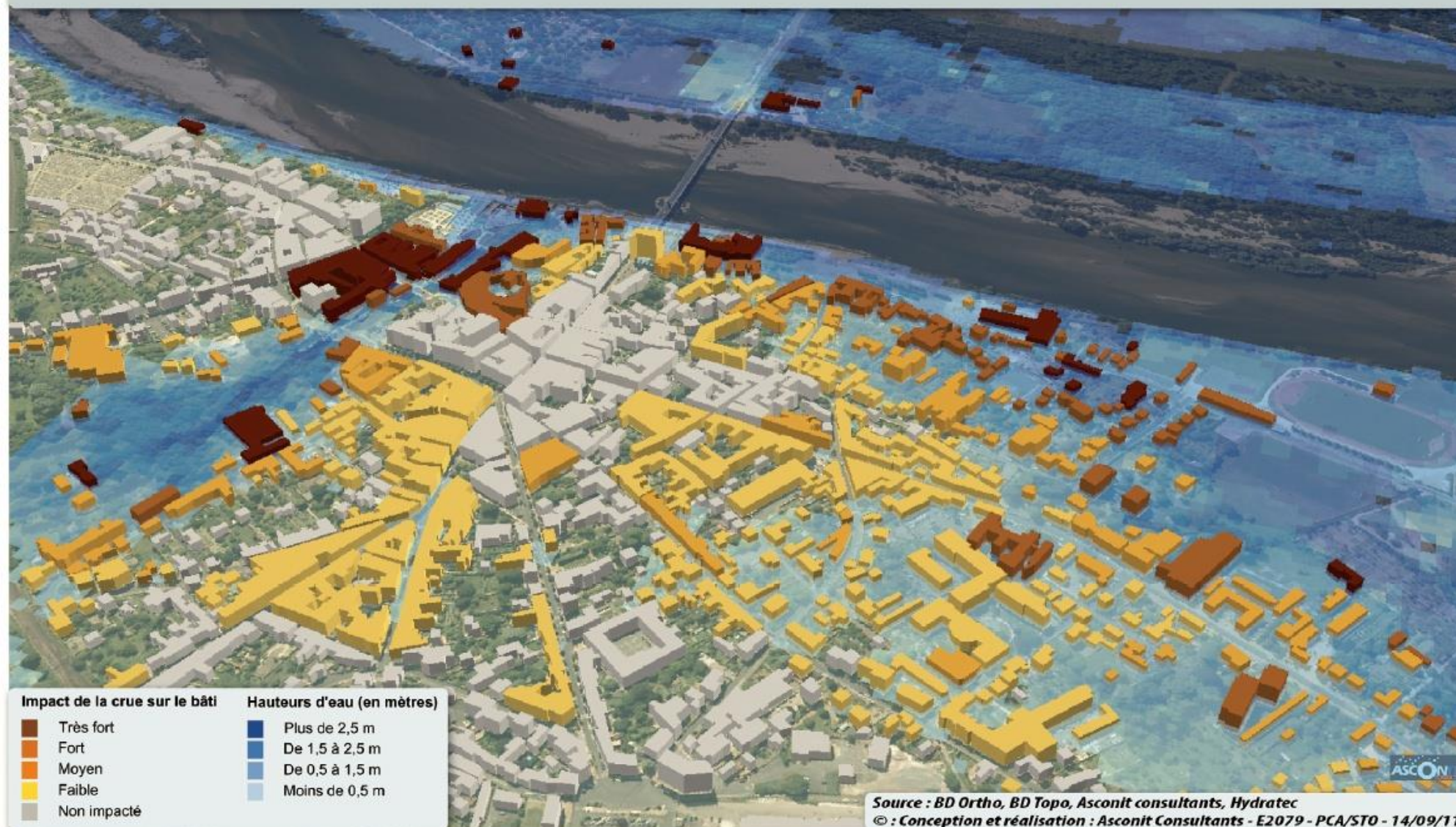
Analyse spatiale

CARTOGRAPHIE 2015 DU BRUIT ROUTIER DE PARIS



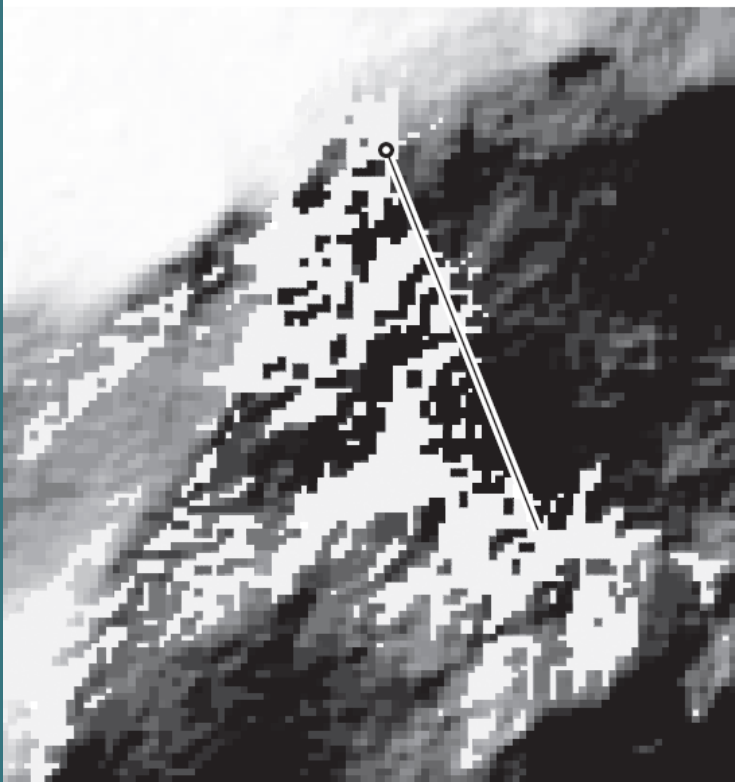
Simulation d'un processus

CARTOGRAPHIE 3D DE L'ÉVALUATION DU RISQUE INONDATION



Aide à la décision

Etude du champ de visibilité à partir d'un lieu



Les cellules visibles sont identifiées en considérant un faisceau de lignes de mire à 360° autour de la position de l'observateur. Une de ces lignes de mire est tracée sur la carte à titre d'exemple :

— Ligne de mire (profil topographique ci-dessus)

Jeu de données raster
en entrée : MNT
Jeu de données vecteur
en entrée : Position observateur
Jeu de données raster
en sortie : zones visibles/zones non visibles

● Position de l'observateur
□ Visible pour l'observateur

500 m

Source : BD ALTI®, IGN

Zones visibles à partir de la position de l'observateur

